

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS : Kyoung-Youm KIM et al.
SERIAL NO. : Not Yet Assigned
FILED : October 23, 2003
FOR : OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT WITH DIRECTIONAL
COUPLER

PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

MAIL STOP PATENT APPLICATION
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

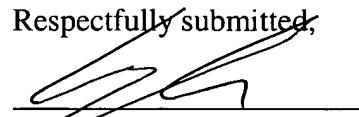
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2003-37487	June 11, 2003

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,


Steve S. Cha
Attorney for Applicant
Registration No. 44,069

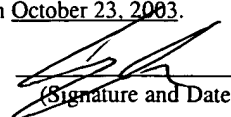
CHA & REITER
411 Hackensack Ave, 9th floor
Hackensack, NJ 07601
(201)518-5518

Date: October 23, 2003

Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on October 23, 2003.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069
Name of Registered Rep.)


(Signature and Date)

10/23/03

**KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

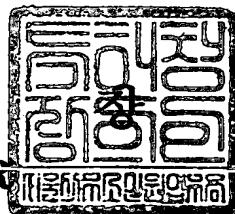
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) : SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 08 06 09

특히 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0005
【제출일자】	2003.06.11
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자
【발명의 영문명칭】	OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT WITH DIRECTIONAL COUPLER
【출원인】	
【명칭】	삼성전자주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김경영
【성명의 영문표기】	KIM,Kyoung Youm
【주민등록번호】	750228-1721819
【우편번호】	430-042
【주소】	경기도 안양시 만안구 석수2동 명지빌라 9-103
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정선태
【성명의 영문표기】	JUNG,Sun Tae
【주민등록번호】	650701-1067523
【우편번호】	431-080
【주소】	경기도 안양시 동안구 호계동 1115 샘마을 임광A 303-601
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이건주 (인)

1020030037487

출력 일자: 2003/8/7

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	19	면	19,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	13	항	525,000	원
【합계】	573,000	원		

【요약서】**【요약】**

본 발명은 모드 커플링을 위해 소정 구간에서 인접하게 배치된 제1, 제2 도파로를 구비하는 광도파로 소자에 있어서, 상기 제2 도파로의 일단으로부터 연장되는 제1 더미 도파로; 상기 제1 더미 도파로의 단부에 구비되는 반사기; 및 상기 반사기로부터 연장되며, 모드 커플링을 위해 소정 구간에서 상기 제1 더미 도파로와 인접하게 배치된 제2 더미 도파로를 구비하고,

상기 제2 도파로로부터 상기 제1 더미 도파로로 진행하는 광신호는 상기 반사기 및 제2 더미 도파로를 순차적으로 진행하여 소멸되는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자를 개시한다. 따라서, 본 발명에 따른 광도파로 소자는 상기 제1 더미 도파로로 진행하는 광신호가 상기 반사기 및 제2 더미 도파로를 진행하는 광신호가 점차 소멸되어 양방향 크로스-토크가 개선되는 이점이 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

도파로, 방향성 결합기, 더미 도파로, 반사기

【명세서】**【발명의 명칭】**

방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자 {OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT WITH DIRECTIONAL COUPLER}

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 종래 기술의 제1 실시 예에 따른 방향성 결합기를 설명하기 위한 도면,
도 2는 종래 기술의 제2 실시 예에 따른 방향성 결합기를 설명하기 위한 도면,
도 3은 종래 기술의 제3 실시 예에 따른 방향성 결합기를 설명하기 위한 도면,
도 4는 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 방향성 결합기를 설명하기 위한 도면,
도 5는 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 방향성 결합기를 설명하기 위한 도면,
도 6은 본 발명의 바람직한 제3 실시 예에 따른 방향성 결합기를 설명하기 위한 도면,
도 7은 도 4에 도시된 방향성 결합기의 제1 더미 도파로를 광신호가 진행하는 모습을 나타내는 도면,
도 8은 도 4에 도시된 방향성 결합기의 제2 더미 도파로의 단부에서 반사된 광신호가 진행하는 모습을 나타내는 도면,
도 9는 도 4에 도시된 방향성 결합기가 구비된 광도파로 소자를 나타내는 도면,

도 10은 도 4에 도시된 방향성 결합기가 구비된 다른 광도파로 소자를 나타내는 도면,

도 11은 도 3과 도 6에 각각 도시된 곡선 도파로의 곡률 반경에 따른 반사 개선 효과를 설명하기 위한 그래프,

도 12는 도 3과 도 6에 각각 도시된 곡선 도파로의 곡률 반경에 따른 직선-곡선 도파로 사이 경계면에서의 반사율을 설명하기 위한 그래프.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> . 본 발명의 광도파로 소자에 관한 것으로서, 특히 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자에 관한 것이다.

<14> 광도파로 소자는 광통신망의 송수신단에서 광전 변환을 하거나, 광신호의 다중화 또는 역다중화 기능 등을 수행하는 광학 요소로서, 일반적으로 실리콘 또는 폴리머 기판 상에 언더 클래딩 층(under cladding layer), 소정 패턴의 코어 층(core layer), 오버 클래딩 층(over cladding layer)을 순차적으로 적층한 형태로 제작되고 있다.

<15> 광통신망의 송수신단에는 광신호를 발생시키는 광원과, 수신된 광신호를 검출하기 위한 광검출기가 구비된다. 상기 광원과 광검출기는 광통신망의 송수신단에 각각 별도로 설치될 수 있으며, 또한, 상기 광원과 광검출기가 하나의 기판 상에 강박된 양방향 광송수신 모듈로 제작되기도 한다. 양방향 광송수신 모듈에서, 광원과 광검출기는 각각 하나

의 다중화기를 통해 통신망으로 광신호를 전송하거나, 통신망으로부터 광신호를 입력받게 된다. 이러한 다중화기로는 도파로열 격자(arrayed waveguide grating), 다중모드 간섭계(multi mode interferometer), 방향성 결합기(directional coupler) 등이 있다.

<16> 도 1은 종래 기술의 제1 실시 예에 따른 방향성 결합기(10)를 설명하기 위한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 종래 기술의 제1 실시 예에 따른 방향성 결합기(10)는 모드 커플링을 위해 소정 구간에서 인접하게 배치된 제1, 제2 도파로(11, 12)와, 각각 광신호(19)의 입출력을 제공하는 입력 도파로(11a), 더미 도파로(12a), 제1 및 제2 출력 도파로(11b, 12b)를 구비한다.

<17> 상기 제1 도파로(11)와 제2 도파로(12)는 소정 구간에서 서로 인접하게 배치되며, 일직선으로 평행하게 연장되어 상호간에 광신호의 커플링을 제공한다. 상기 제1 도파로(11)와 제2 도파로(12)가 일직선으로 평행하게 연장되는 길이에 따라 인접한 도파로로 커플링되는 광신호를 100% 까지 조정할 수 있다.

<18> 상기 입력 도파로(11a)는 상기 제1 도파로(11)의 일단으로부터 소정의 곡선 구간(11c)을 지나 연장되어, 통신망으로부터 광신호(19)를 입력받거나 통신망으로 광신호(19)를 출력시키게 된다.

<19> 상기 제1 출력 도파로(11b)는 상기 제1 도파로(11)의 타단으로부터 소정의 곡선 구간(11d)을 지나 연장되어, 광원(미도시) 또는 광검출기(미도시)에 접속된다.

<20> 상기 더미 도파로(12a)는 상기 제2 도파로(12)의 일단으로부터 소정의 곡선 구간(12c)을 지나 연장되고, 그 단부(18)는 종단처리됨이 바람직하다.

- <21> 상기 제2 출력 도파로(12b)는 상기 제2 도파로(12)의 타단으로부터 소정의 곡선 구간(12d)을 지나 연장되어, 광검출기(미도시) 또는 광원(미도시)에 접속된다.
- <22> 상기 방향성 결합기(10)의 제1 출력 도파로(11b)에 광원이 접속되고, 상기 제2 출력 도파로(12b)에 광검출기가 접속된 구성을 예를 들어 설명하면, 통신망으로부터 입력되는 광신호는 상기 입력 도파로(11a)를 진행하여 상기 제1 도파로(11)로 입력된다. 상기 광신호는 상기 제1 도파로(11)를 진행하면서 상기 제2 도파로(12)로 커플링되어 상기 제2 출력 도파로(12b)를 진행하고, 상기 광검출기에 의해 검출된다. 이때, 일부의 광신호는 상기 제2 도파로(12)로 커플링되지 않고, 상기 제1 출력 도파로(11b)를 통해 상기 광원으로 진행하게 된다. 이때, 상기 광원으로 전달되는 광신호의 양을 단방향 크로스-토크(cross-talk)라 한다.
- <23> 상기 광원에서 출사된 광신호는 상기 제1 출력 도파로(11b)를 진행하며 상기 제1 도파로(11)로 입력된다. 상기 광신호는 상기 제1 도파로(11)를 진행하면서 상기 제2 도파로(12)로 커플링이 되지 않고, 상기 입력 도파로(11a)를 진행하여 통신망으로 전달된다. 이때, 상기 광원에서 출사된 광신호가 상기 제1 도파로(11)를 진행하는 동안, 일부의 광신호가 상기 제2 도파로(12)로 커플링되어 상기 더미 도파로(12a)로 진행하게 된다. 이때, 상기 더미 도파로(12a)로 진행한 상기 광신호는 상기 단부(18)에서 반사되어 다시 상기 더미 도파로(12a)를 진행하여 상기 제2 도파로(12)로 입력된다. 상기 광신호는 상기 제2 도파로(12)를 진행하면서 상기 제1 도파로(11)로 커플링되지 않고 상기 제2 출력 도파로(12b)를 통해 상기 광검출기로 진행하게 된다. 이때 상기 광검출기로 전달되는 광신호의 양을 양방향 크로스-토크(bidirectional cross-talk; 이하 'BXT'라 칭함)라 한다. 즉, BXT는 송신신호에 의한 수신신호의 왜곡을 지칭한다. 따라서, BXT에 의

한 광신호를 소멸시키는 것은 방향성 결합기 등 광도파로 소자의 품질을 좌우하는 주요한 요소이다.

<24> 상기 BXT의 양을 최소화하기 위한 방향성 결합기의 구조가 도 2와 도 3에 도시된다.

<25> 도 2는 종래 기술의 제2 실시 예에 따른 방향성 결합기(20)를 설명하기 위한 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 종래 기술의 제2 실시 예에 따른 방향성 결합기(20)는 모드 커플링을 위해 소정 구간에서 인접하게 배치된 제1, 제2 도파로(21, 22)와, 각각 광신호의 입출력을 제공하는 입력 도파로(21a), 더미 도파로(22a), 제1 및 제2 출력 도파로(21b, 22b)를 구비한다. 상기 제1 및 제2 도파로(21, 22)는 소정 구간에서 일직선으로 평행하게 연장되어 상호간에 광신호의 커플링을 제공하며, 상기 입력 도파로(21a), 더미 도파로(22a), 제1 및 제2 출력 도파로(21b, 21b)는 각각 상기 제1 또는 제2 도파로(21, 22)의 단부에서 소정의 곡선 구간(21c, 21d, 22c, 22d)을 지나 연장된다. 상기 방향성 결합기(20)는 상기 입력 도파로(21a)를 통해 광신호(29)를 입력받거나 출력시키게 된다. 본 실시 예에 개시되는 방향성 결합기(20)의 구성은 선행 실시 예를 통해 용이하게 이해될 것이다.

<26> 한편, 상기 더미 도파로(22a)의 단부(28)에서 광신호가 반사되는 것을 최소화하기 위하여, 상기 더미 도파로(22a)의 단부(28) 면은 길이방향에 대하여 소정 각도(θ_b)로 경사지게 종단처리된다. 일반적으로 상기 더미 도파로(22a) 단부(28)는 상기 더미 도파로(22a)의 길이방향에 대하여 82° 경사지게 구성된다. 즉, 상기 더미 도파로(22a)의 단부(28) 면은 상기 더미 도파로(22a)의 길이방향에 수직인 단면에 대하여 8° 만큼 경사지게 구성된 것이다.

<27> 도 3은 종래 기술의 제3 실시 예에 따른 방향성 결합기(30)를 설명하기 위한 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 종래 기술의 제3 실시 예에 따른 방향성 결합기(30)는 모드 커플링을 위해 소정 구간에서 인접하게 배치된 제1, 제2 도파로(31, 32)와, 각각 광신호의 입출력을 제공하는 입력 도파로(31a), 더미 도파로(32a), 제1 및 제2 출력 도파로(31b, 32b)를 구비한다. 상기 제1 및 제2 도파로(31, 32)는 소정 구간에서 일직선으로 평행하게 연장되어 상호간에 광신호의 커플링을 제공하며, 상기 입력 도파로(31a), 더미 도파로(32a), 제1 및 제2 출력 도파로(31b, 32b)는 각각 상기 제1 또는 제2 도파로(31, 32)의 단부에서 소정의 곡선 구간(31c, 31d, 32c, 32d)을 지나 연장된다. 상기 방향성 결합기(30)는 상기 입력 도파로(31a)를 통해 광신호(39)를 입력받거나 출력시키게 된다. 본 실시 예에 개시되는 방향성 결합기(30)의 구성은 선행 실시 예를 통해 용이하게 이해될 것이다.

<28> 한편, 상기 더미 도파로(32a)의 단부에서 광신호가 반사되는 것을 최소화하기 위하여, 상기 방향성 결합기(30)는 상기 더미 도파로(32a)의 단부로부터 연장되며, 소정 곡률(r)을 가지는 곡선 도파로(38)를 더 구비한다. 상기 곡선 도파로(38)의 곡률(r)이 작을수록 반사 개선 효과가 증대되며 상기 방향성 결합기(30) 및 상기 방향성 결합기(30)를 포함하는 광도파로 소자의 크기가 소형화되는 반면에, 상기 더미 도파로(32a)와 상기 곡선 도파로(38) 사이의 경계면(38a)에서 반사율이 증가되는 한계가 있다.

<29> 그러나, 종래의 방향성 결합기는 더미 도파로를 진행하는 광신호를 소멸시키기 위하여, 더미 도파로의 단부를 경사지게 종단처리하거나 곡선 도파로를 더 연장하였음에도 불구하고, 더미 도파로를 진행하는 광신호가 완전히 소멸되지 않고 일부 반사되어 방향성 결합기 내에서 광신호를 왜곡시키는 문제점이 있다. 더욱이, 광도파로 소자 상에 광

도파로 등을 형성하는 과정에서 발생하는 공정 상의 오차가 있을 경우, 더미 도파로를 진행하는 광신호가 완전히 소멸되지 않으면 방향성 결합기 내에서 광신호의 왜곡은 더욱 심각해지는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <30> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 목적은 더미 도파로를 진행하는 광신호를 효과적으로 소멸시켜, 양방향 크로스-토크를 개선한 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자를 제공함에 있다.
- <31> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 모드 커플링을 위해 소정 구간에서 인접하게 배치된 제1, 제2 도파로를 구비하는 광도파로 소자에 있어서,
- <32> 상기 제2 도파로의 일단으로부터 연장되는 제1 더미 도파로;
- <33> 상기 제1 더미 도파로의 단부에 구비되는 반사기; 및
- <34> 상기 반사기로부터 연장되며, 모드 커플링을 위해 소정 구간에서 상기 제1 더미 도파로와 인접하게 배치된 제2 더미 도파로를 구비하고,
- <35> 상기 제2 도파로로부터 상기 제1 더미 도파로로 진행하는 광신호는 상기 반사기 및 제2 더미 도파로를 순차적으로 진행하여 소멸되는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자를 개시한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <36> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- <37> 도 4는 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 방향성 결합기(100)를 설명하기 위한 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 방향성 결합기(100)는 제1, 제2 도파로(101, 102)와, 입력 도파로(111a), 제1 및 제2 출력 도파로(111b, 121b), 제1 및 제2 더미 도파로(121a, 103) 및 반사기(104)를 구비한다.
- <38> 상기 제1 도파로(101)와 제2 도파로(102)는 모드 커플링을 위하여 소정 구간에서 서로 인접하게 배치되며, 일직선으로 평행하게 연장되어 상호간에 광신호의 커플링을 제공한다. 상기 제1 도파로(101)와 제2 도파로(102)가 일직선으로 평행하게 연장되는 길이에 따라 인접한 도파로로 커플링되는 광신호를 100% 까지 조정할 수 있다.
- <39> 상기 입력 도파로(111a)는 상기 제1 도파로(101)의 일단으로부터 소정의 곡선 구간(111c)을 지나 연장되어, 통신망으로부터 광신호(109)를 입력받거나 통신망으로 광신호(109)를 출력시키게 된다.
- <40> 상기 제1 출력 도파로(111b)는 상기 제1 도파로(101)의 타단으로부터 소정의 곡선 구간(111d)을 지나 연장되어, 광원(313; 도 9에 도시됨) 또는 광검출기(411; 도 10에 도시됨)에 접속된다.

- <41> 상기 제2 출력 도파로(121b)는 상기 제2 도파로(102)의 타단으로부터 소정의 곡선 구간(121d)을 지나 연장되어, 광검출기(311; 도 9에 도시됨) 또는 광원(413; 도 10에 도시됨)에 접속된다.
- <42> 상기 제1 더미 도파로(121a)는 상기 제2 도파로(102)의 일단으로부터 소정의 곡선 구간(121c)을 지나 연장되고, 그 단부에 상기 반사기(104)가 구비된다.
- <43> 상기 제2 더미 도파로(103)는 모드 커플링을 위하여 상기 반사기(104)로부터 소정 구간에서 상기 제1 더미 도파로와 평행하게 연장(131)되며, 상기 제1 더미 도파로(121a)와 제2 도파로(102) 사이의 곡선 구간(121c)과 멀어지는 방향으로 더 연장(131a)된다. 상기 제2 더미 도파로(103)를 진행하는 광신호가 그 단부에서 반사되어 다시 상기 반사기(104) 방향으로 진행하지 않도록 상기 제2 더미 도파로(103)의 단부(138)는 종단처리됨이 바람직하다.
- <44> 상기와 같이 구성된 방향성 결합기(100)는 광원이 상기 제1 출력 도파로(111b) 또는 제2 출력 도파로(121b) 측에 접속된다. 광원(313)이 상기 제1 출력 도파로(111b)에 접속된 경우, 상기 광원(313)으로부터 출사된 광은 상기 제1 출력 도파로(111b), 제1 도파로(101) 및 입력 도파로(111a)를 통해 통신망으로 진행된다. 이때, 상기 광원(313)으로부터 출사된 광이 상기 제1 도파로(101)를 진행하는 동안, 일부가 상기 제2 도파로(102)로 커플링되어 상기 제1 더미 도파로(121a)로 진행하게 된다.
- <45> 또한, 광원(413)이 상기 제2 출력 도파로(121b)에 접속된 경우, 상기 광원(413)으로부터 출사된 광은 상기 제2 도파로(102)로 입력되고, 상기 제2 도파로(102)를 진행하는 동안 상기 제1 도파로(101)로 커플링되어 상기 입력 도파로(111a)로 진행하게 된다.

이때, 상기 광원(413)으로부터 출사된 광이 상기 제1 도파로(101)로 완전히 커플링되지 않고, 일부가 상기 제1 더미 도파로(121a)로 진행될 수 있다.

<46> 상기 제1 더미 도파로(121a)를 진행하는 광신호는 상기 반사기(104) 및 제2 더미 도파로(103)를 진행하는 동안 소멸되며, 이는 도 7과 도 8을 참조하여 더 상세하게 설명될 것이다.

<47> 상기 제2 더미 도파로의 단부에서 반사되는 광신호의 양을 최소화하기 위한 방향성 결합기의 구조가 도 5와 도 6에 도시된다.

<48> 도 5는 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 방향성 결합기(200)를 설명하기 위한 도면이다. 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 방향성 결합기(200)는 제1, 제2 도파로(201, 202)와, 입력 도파로(211a), 제1 및 제2 출력 도파로(211b, 221b), 제1 및 제2 더미 도파로(221a, 203) 및 반사기(204)를 구비하며, 상기 제2 더미 도파로(203)의 단부(238) 면이 상기 제2 더미 도파로(203)의 단부(238) 길이방향에 대하여 소정 각도(θ_b)로 경사지게 종단처리된다.

<49> 상기 제1 및 제2 도파로(201, 202)는 소정 구간에서 일직선으로 평행하게 연장되어 상호간에 광신호의 커플링을 제공하며, 상기 입력 도파로(211a), 제1 및 제2 출력 도파로(211b, 221b), 제1 더미 도파로(221a)는 각각 상기 제1 또는 제2 도파로(201, 202)의 단부에서 소정의 곡선 구간(211c, 211d, 221c, 221d)을 지나 연장되는 구성이다.

<50> 상기 반사기(204)는 상기 제1 더미 도파로(221a)의 단부에 구비되며, 상기 제1 더미 도파로(211a)를 진행해 온 광신호를 상기 제2 더미 도파로(203)로 입사시키게 된다.

- <51> 상기 제2 더미 도파로(203)는 모드 커플링을 위하여 상기 반사기(204)로부터 소정 구간에서 상기 제1 더미 도파로(221a)와 평행하게 연장(231)되고, 그 이후에는 상기 제1 더미 도파로로부터 멀어지는 방향으로 연장(231a)된다.
- <52> 상기 방향성 결합기(200)는 상기 입력 도파로(211a)를 통해 광신호(209)를 통신망 으로부터 입력받거나 출력시키게 된다. 본 실시 예에 개시되는 방향성 결합기(200)의 구성은 선행 실시 예를 통해 용이하게 이해될 것이다.
- <53> 한편, 상기 제2 더미 도파로(203)의 단부(238)에서 광신호가 반사되어 상기 반사기(204) 및 제1 더미 도파로(221a) 방향으로 진행하는 것을 최소화하기 위하여, 상기 제2 더미 도파로(203)의 단부(238) 면은 길이방향에 대하여 소정 각도(θ_b)로 경사지게 종단처리된다. 일반적으로 상기 제2 더미 도파로(203) 단부(238) 면은 상기 제2 더미 도파로(203)의 길이방향에 대하여 82° 경사지게 구성된다. 즉, 상기 제2 더미 도파로(203)의 단부(238) 면은 상기 제2 더미 도파로(203)의 길이방향에 수직인 단면에 대하여 8° 만큼 경사지게 구성된 것이다.
- <54> 도 6은 본 발명의 바람직한 제3 실시 예에 따른 방향성 결합기(300)를 설명하기 위한 도면이다. 본 발명의 바람직한 제3 실시 예에 따른 방향성 결합기(300)는 제1, 제2 도파로(301, 302)와, 입력 도파로(311a), 제1 및 제2 출력 도파로(311b, 321b), 제1 및 제2 더미 도파로(321a, 303) 및 반사기(304)를 구비하고, 상기 제2 더미 도파로(303)의 단부에 소정 곡률을 가지는 곡선 도파로(338)가 더 연장된다.
- <55> 상기 제1 및 제2 도파로(301, 302)는 소정 구간에서 임직선으로 평행하게 연장되어 상호간에 광신호의 커플링을 제공하며, 상기 입력 도파로(311a), 제1 및 제2 출력 도파

로(311b, 321b), 제1 더미 도파로(321a)는 각각 상기 제1 또는 제2 도파로(301, 302)의 단부에서 소정의 곡선 구간(311c, 311d, 321c, 321d)을 지나 연장되는 구성이다.

- <56> 상기 반사기(304)는 상기 제1 더미 도파로(321a)의 단부에 구비되며, 상기 제1 더미 도파로(321a)를 진행해 온 광신호를 상기 제2 더미 도파로(303)로 입사시키게 된다.
- <57> 상기 제2 더미 도파로(303)는 모드 커플링을 위하여 상기 반사기(304)로부터 소정 구간에서 상기 제1 더미 도파로(321a)와 평행하게 연장(331)되고, 그 이후에는 상기 제1 더미 도파로(321a)로부터 멀어지는 방향으로 연장(331a)된다.
- <58> 상기 방향성 결합기(300)는 상기 입력 도파로(311a)를 통해 광신호(309)를 통신망으로부터 입력받거나 출력시키게 된다. 본 실시 예에 개시되는 방향성 결합기(300)의 구성은 선행 실시 예를 통해 용이하게 이해될 것이다.
- <59> 한편, 상기 제2 더미 도파로(303)의 단부에서 광신호가 반사되어 상기 반사기(304) 및 제1 더미 도파로(321a) 방향으로 진행하는 것을 최소화하기 위하여, 상기 제2 더미 도파로(303)의 단부로부터 연장되는 소정 곡률(r)의 곡선 도파로(338)가 더 연장된다.
- <60> 도 11과 도 12를 참조하면, 도 11은 상기 곡선 도파로(338)의 곡률(r)에 따른 상기 곡선 도파로(338) 1°당 반사 개선 효과를 나타내는 그래프(40)이고, 도 12는 상기 곡선 도파로(338)의 곡률(r)에 따른 직선-곡선 도파로, 즉 상기 제2 더미 도파로(303)와 상기 곡선 도파로(338)의 경계면에서의 반사율을 나타내는 그래프(50)이다. 도 11과 도 12에 각각 도시된 바와 같이, 상기 곡선 도파로(338)의 곡률(r)이 작을수록 반사 개선 효과가 커지는 반면, 상기 곡선 도파로(338)의 곡률(r)이 작아질수록 상기 제2 더미 도파로(303)와 상기 곡선 도파로(338)의 경계

면에서 반사율이 커지게 된다. 따라서, 반사 개선 효과와 상기 경계면에서의 반사율을 고려하여, 상기 곡선 도파로(338)의 단부에서 반사되는 광신호의 양이 최소화되도록 곡률(r)이 결정되어야 할 것이다.

<61> 도 4에 도시된 방향성 결합기(100)의 제1 더미 도파로(121a)를 진행하는 광신호가 상기 반사기(104) 및 제2 더미 도파로(103)를 진행하면서 소멸되는 과정이 도 7과 도 8에 도시된다. 도 7의 (a)에서 참조번호 ①, ②, ③은 상기 제1 더미 도파로(121a)에서 상기 반사기(104) 방향으로 광신호가 진행함에 따라 광신호 세기의 변화를 나타내는 곡선이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 제1 더미 도파로(121a)로 입사되는 광신호(A)는 상호 결합영역을 진행함에 따라 점차 상기 제2 더미 도파로(103)로 커플링된다. 따라서, 상기 제1 더미 도파로(121a)를 진행하는 광신호(A)의 일부는 상기 제2 더미 도파로(103)에 커플링되어 상기 반사기(104)로 입사된다.

<62> 도 7의 (b)에서, ①', ②', ③', ④는 상기 반사기(104)를 투과하거나 반사되어 상기 제1 및 제2 더미 도파로(121a, 103)를 진행함에 따라 광신호 세기의 변화를 나타내는 곡선이다. 상기 반사기(104)에 입사된 광신호(A)는 상기 반사기(104)에서 일부 투과(B)되고, 나머지 일부 광신호는 반사(C)되어 상기 제2 더미 도파로(103)로 진행(C')하거나, 상기 제1 더미 도파로로 커플링되어 진행(A')될 수 있다.

<63> 최초, 상기 제1 더미 도파로에 입사된 광신호(A)를 1이라 정의하고, 상기 반사기(104)에서 반사된 광신호(C)의 비율 R_{flat} 라 정의하면, 상기 반사기(104)에서 투

과된 광신호(B)의 비율은 $1-R_{flat}$ 으로 계산된다. 또한, 상기 반사기(104)에서 반사된 광신호(C)가 상기 제1 더미 도파로(121a)로 커플링(A')되는 비율을 R_x 라 정의하면, 상기 제1 더미 도파로로 커플링된 광신호(A')의 비율은 $R_x R_{flat}$ 이 된다. 상기 제1 더미 도파로(121a)로 커플링된 광신호(A')의 비율 $R_x R_{flat}$ 은 상기 방향성 결합기(100)의 BXT의 일부를 구성하게 된다. 상기 반사기(104)에 의해 반사된 광신호(C) 중 상기 제2 더미 도파로(103)를 진행하는 광신호(C')의 비율은 $R_{flat}-R_x R_{flat}$, 즉 $(1-R_x)R_{flat}$ 으로 정의된다.

<64> 상기 제2 더미 도파로(103)를 진행하는 광신호(C')는 상기 제2 더미 도파로(103)의 종단에서 반사되어 상기 반사기(104)로 재입사(D; 도 8에 도시됨)된다.

<65> 도 8을 참조하면, 도 8의 (a)에서 참조번호 ⑪, ⑫, ⑬은 상기 제2 더미 도파로(103)에서 상기 반사기(104) 방향으로 진행함에 따라 광신호 세기의 변화를 나타내는 곡선이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 제2 더미 도파로(103)의 종단(138)에서 반사된 광신호(D)는 상호 결합영역을 진행함에 따라 일부 상기 제1 더미 도파로(121a)로 커플링된다.

<66> 도 8의 (b)에서, ⑪', ⑫', ⑬', ⑭는 상기 반사기(104)를 투과하거나 반사되어 상기 제1 및 제2 더미 도파로(121a, 103)를 진행하는 광신호의 세기의 변화를 나타내는 곡선이다. 상기 반사기(104)에 재입사된 광신호(D)는 상기 반사기(104)에서 일부 투과(E)되고, 나머지 일부 광신호(F)는 반사되어 상기 제1 더미 도파로(121a)로 진행(D')하게 된다.

<67> 상기 제2 더미 도파로(103)를 진행한 광신호(C'; 도 7에 도시됨)가 상기 제2 더미 도파로(103)의 종단(138)에서 반사되는 비율을 R_{art} 라 정의하면, 상기 제2 더미 도파로(103)의 종단(138)에서 반사되어 상기 반사기(104)로 재입사되는 광신호(D)의 비율은 $R_{art}(1-R_x)R_{flat}$ 으로 정의된다. 이때, 앞서 상기 반사기(104)에 의해 반사되어 상기 제2 더미 도파로(103)로 입사되는 광신호(C')의 비율은 $(1-R_x)R_{flat}$ 으로 정의된 바 있다. 이는 상기 반사기(104)에 재입사(D)되어 상기 제1 더미 도파로(121a)를 진행하는 광신호(D')에도 동일하게 적용된다.

<68> 따라서, 상기 반사기(104)에 재입사되어 상기 제1 더미 도파로(121a)로 진행하는 광신호(D')의 비율은 $R_{art}(1-R_x)R_{flat} \times (1-R_x)R_{flat}$, 즉 $R_{art}(1-R_x)^2 R_{flat}^2$ 으로 정의된다. 상기 반사기(104)에 재입사되어 상기 제1 더미 도파로(121a)로 진행하는 광신호(D')의 비율 $R_{art}(1-R_x)^2 R_{flat}^2$ 은 상기 방향성 결합기(100)의 BXT의 일부를 구성하게 된다.

<69> 상기와 같은 과정을 통해 살펴본 본 발명에 따른 방향성 결합기(100)의 BXT는 하기의 <수학식 1>로 정리된다.

<70> **【수학식 1】**
$$BXT(dB) = 10 \log[(1-R_x)^2 R_{flat}^2 R_{art} + R_x R_{flat}]$$

<71> 상기 방향성 결합기(100)의 반사기(104)가 일반적인 광도파로를 구성하는 코어와 클래딩 층의 경계면이라면, 상기 R_{flat} 은 -50dB, 즉 10^{-5} 값을 갖게 되어, 상기 <수학식 1>에서 $(1-R_x)^2 R_{flat}^2 R_{art}$ 항은 $R_x R_{flat}$ 보다 무시할 수 있을 만큼 작아진다.

<72> 따라서, 상기 <수학식 1>은 다음의 <수학식 2>로 근사된다.

<73> **【수학식 2】**
$$BXT(dB) = 10 \log(R_x R_{flat})$$

<74> 또한, 상기 제1 더미 도파로(121a)와 제2 더미 도파로(103) 사이에서 커플링되는 광신호의 비율 R_x 는 도파로 제작 과정에서 이상적으로 작게 만들 수 있다. 이때, 상기 <수학식 1>에서 $R_x R_{flat}$ 항은 무시할 수 있을 만큼 작아져 하기의 <수학식 3>으로 근사된다.

<75> **【수학식 3】**
$$BXT(dB) = 10 \log(R_{flat}^2 R_{art})$$

<76> 종래 기술에 따른 더미 도파로(12a) 종단(18)에서의 반사 조건과 본 발명의 제1 더미 도파로(121a) 및 제2 더미 도파로(103) 종단(138)에서의 반사 조건이 동일하다면, 상기 <수학식 2>와 <수학식 3>으로부터 본 발명의 방향성 결합기(100)에서 BXT는 현저하게 개선됨을 알 수 있다. 즉, 광원으로부터 출사되어 상기 제2 도파로(102)에 결합된 광신호는 상기 제1 더미 도파로(121a), 반사기(104) 및 제2 더미 도파로(103)를 순차적으로 진행하면서 소멸되는 것이다.

<77> 종래 기술의 더미 도파로(12a)와 본 발명의 제2 더미 도파로(103)의 종단 처리를 동일하게 하였을 경우, 본 발명의 방향성 결합기(100)에서 BXT가 25dB 정도 개선되었다.

<78> 도 9는 도 4에 도시된 방향성 결합기(100)가 구비된 광도파로 소자(400)를 나타내는 도면이다. 도 9에 도시된 광도파로 소자(400)는 소정 기관(401)에 적층된 클래딩 층(402) 상에 반사기(404)와 제3 도파로(441)가 형성되고, 상기 방향성 결합기(100)의 제1 출력 도파로(111b) 측에 광원(413)과 모니터용 광검출기(415)가 설치되고, 상기 제2 출력 도파로(121b)의 단부에 광검출기(411)가 설치된 구성이다. 상기 반사기(404)는 상기 제1 출력 도파로(111b)의 단부에 구비되고, 상기 제3 도파로(441)는 상기 반사기(404)로부터 연장되어 상기 광원(413)에 접속된다.

<79> 도 4와 도 9를 참조하면, 통신망으로부터 입력되는 광신호(109)는 상기 입력 도파로(111a)를 진행하여 상기 제1 도파로(101)로 입력된다. 상기 광신호(109)는 상기 제1 도파로(101)를 진행하면서 상기 제2 도파로(102)로 커플링되어 상기 제2 출력 도파로(121b)를 진행하고, 상기 광검출기(411)에 의해 검출된다. 상기 광원(413)에서 출사된 광신호는 상기 제3 도파로(441), 반사기(404), 제1 출력 도파로(111b), 제1 도파로(101) 및 입력 도파로(111a)를 순차적으로 진행하여 통신망으로 전달된다. 이때, 상기 광원(413)에서 출사된 광신호가 상기 제1 도파로(101)를 진행하는 동안, 일부의 광신호가 상기 제2 도파로(102)로 커플링되어 상기 제1 더미 도파로(121a)로 진행될 수 있다. 상기 제1 더미 도파로(121a)를 진행하는 광신호는 상기 방향성 결합기(100)의 반사기(104) 및 제2 더미 도파로(103)를 진행하면서 소멸된다.

<80> 도 10은 도 4에 도시된 방향성 결합기(100)가 구비된 다른 광도파로 소자(500)를 나타내는 도면이다. 도 10에 도시된 광도파로 소자(500)는 소정 기판(501)에 적층된 클래딩 층(502) 상에 반사기(504)와 제3 도파로(541)가 형성되고, 상기 방향성 결합기(100)의 제1 출력 도파로(111b) 측에 광검출기(511)가 설치되고, 상기 제2 출력 도파로(121b)에 광원(513)과 모니터용 광검출기(515)가 설치된 구성이다. 상기 반사기(504)는 상기 제1 출력 도파로(111b)의 단부에 구비되고, 상기 제3 도파로(541)는 상기 반사기(504)로부터 연장되어 상기 광검출기(511)에 접속된다.

<81> 도 4와 도 10을 참조하면, 통신망으로부터 입력되는 광신호(109)는 상기 입력 도파로(111a)를 진행하여 상기 제1 도파로(101)로 입력된다. 상기 광신호(109)는 상기 제1 도파로(101), 제1 출력 도파로(111b), 반사기(504) 및 제3 도파로(541)를 순차적으로 진행하여 상기 광검출기(511)에 의해 검출된다. 상기 광원(513)에서 출사된 광신호는 상기

제2 출력 도파로(121b)를 통해 제2 도파로(102)에 입력된다. 상기 제2 도파로(102)를 진행하는 동안 상기 광원(513)에서 출사된 광신호는 상기 제1 도파로(101)로 커플링되어 상기 입력 도파로(111a)를 통해 통신망으로 진행된다. 이때, 상기 광원(513)에서 출사된 광신호가 상기 제1 도파로(101)로 완전히 커플링되지 않고 일부의 광신호가 상기 제1 더미 도파로(121a)로 진행될 수 있다. 상기 제1 더미 도파로(121a)를 진행하는 광신호는 상기 방향성 결합기(100)의 반사기(104) 및 제2 더미 도파로(103)를 진행하면서 소멸된다.

<82> 이상, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해서 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명하다 할 것이다.

【발명의 효과】

<83> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 방향성 결합기는 양방향 크로스-토크를 개선하기 위하여, 제1 더미 도파로의 단부에 반사기와 제2 더미 도파로를 형성하였다. 상기 제1 더미 도파로를 통해 입력되는 광신호는 상기 반사기 및 상기 제2 더미 도파로의 종단에서 상당 부분이 투과됨으로써 소멸된다. 또한, 상기 제2 더미 도파로의 종단에서 반사된 광신호 역시 상기 반사기에서 투과됨으로써 소멸되어 양방향 크로스-토크가 개선되었다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

모드 커플링을 위해 소정 구간에서 인접하게 배치된 제1, 제2 도파로를 구비하는
광도파로 소자에 있어서,

상기 제2 도파로의 일단으로부터 연장되는 제1 더미 도파로;

상기 제1 더미 도파로의 단부에 구비되는 반사기; 및

상기 반사기로부터 연장되며, 모드 커플링을 위해 소정 구간에서 상기 제1 더미
도파로와 인접하게 배치된 제2 더미 도파로를 구비하고,

상기 제2 도파로로부터 상기 제1 더미 도파로로 진행하는 광신호는 상기 반사기 및
제2 더미 도파로를 순차적으로 진행하여 소멸됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비
하는 광도파로 소자.

【청구항 2】

제1 항에 있어서,

상기 제1 도파로의 일단으로부터 연장되어 상기 방향성 결합기에 광신호를 입력시
키는 입력 도파로; 및

상기 제2 도파로의 타단으로부터 연장되는 출력 도파로를 더 구비하고,

상기 입력 도파로를 통해 입력된 광신호가 상기 방향성 결합기 내에서 상기 제2 도
파로로 커플링되어 상기 출력 도파로로 출력됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하
는 광도파로 소자.

【청구항 3】

제1 항에 있어서,

상기 제1 도파로의 일단으로부터 연장되어 상기 방향성 결합기에 광신호를 입력시키는 입력 도파로;

상기 제1 도파로의 타단으로부터 연장되는 출력 도파로; 및

상기 출력 도파로의 단부에 설치되는 광원을 더 구비하고,

상기 광원으로부터 발생된 광신호는 상기 출력 도파로를 진행하여 상기 방향성 결합기를 통해 상기 입력 도파로로 출력됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 4】

제1 항에 있어서,

상기 제2 도파로의 타단으로부터 연장되는 출력 도파로; 및

상기 출력 도파로의 단부에 설치되는 광원을 더 구비하고,

상기 광원으로부터 발생된 광신호는 출력 도파로를 진행하여 상기 방향성 결합기를 통해 상기 제1 도파로에 결합됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 5】

제1 항에 있어서,

상기 제2 더미 도파로의 단부는 상기 제2 더미 도파로의 길이 방향에 대하여 소정 각도로 경사지게 종단처리됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 6】

제1 항에 있어서,

상기 제2 더미 도파로의 단부로부터 연장되는 소정 곡률의 곡선 도파로를 더 구비함을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 7】

제1 항에 있어서,

상기 제1 도파로의 일단으로부터 연장되어 상기 방향성 결합기에 광신호를 입력시키는 입력 도파로; 및

상기 제2 도파로의 타단으로부터 연장되는 출력 도파로를 더 구비하고,

상기 입력 도파로를 통해 입력된 광신호가 상기 방향성 결합기 내에서 상기 제2 도파로로 커플링되어 상기 출력 도파로로 출력됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 8】

제7 항에 있어서,

상기 출력 도파로의 단부에 상기 광검출기가 설치됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 9】

제1 항에 있어서,

상기 제1 도파로의 일단으로부터 연장되어 상기 방향성 결합기에 광신호를 입력시키는 입력 도파로;

상기 제1 도파로의 타단으로부터 연장되는 출력 도파로;

상기 출력 도파로의 단부에 설치되는 반사기;

상기 반사기로부터 연장되는 제3 도파로; 및

상기 제3 도파로의 단부에 설치되는 광원을 더 구비하고,

상기 광원으로부터 발생된 광신호는 상기 제3 도파로, 반사기, 출력 도파로 및 상기 방향성 결합기를 순차적으로 진행하여 상기 입력 도파로로 출력됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 10】

제1 항에 있어서,

상기 제1 도파로의 일단으로부터 연장되어 상기 방향성 결합기에 광신호를 입력시키는 입력 도파로;

상기 제1 도파로의 타단으로부터 연장되는 출력 도파로;

상기 출력 도파로의 단부에 설치되는 반사기;
 상기 반사기로부터 연장되는 제3 도파로; 및
 상기 제3 도파로의 단부에 설치되는 광검출기를 더 구비하고,
 상기 입력 도파로를 통해 입력된 광신호는 상기 방향성 결합기, 출력 도파로, 반사기 및 제3 도파로를 순차적으로 진행하여 상기 광검출기에 입력됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 11】

제1 항에 있어서,
 상기 제2 도파로의 타단으로부터 연장되는 출력 도파로; 및
 상기 출력 도파로의 단부에 설치되는 광원을 더 구비하고,
 상기 광원으로부터 발생된 광신호는 상기 방향성 결합기를 통해 상기 제1 도파로에 커플링됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【청구항 12】

제1 항에 있어서,
 상기 제2 더미 도파로의 단부는 상기 제2 더미 도파로의 길이 방향에 대하여 소정 각도로 경사지게 종단처리됨을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

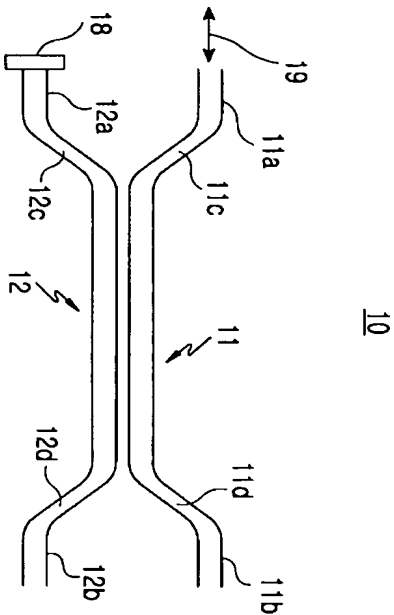
【청구항 13】

제1 항에 있어서,

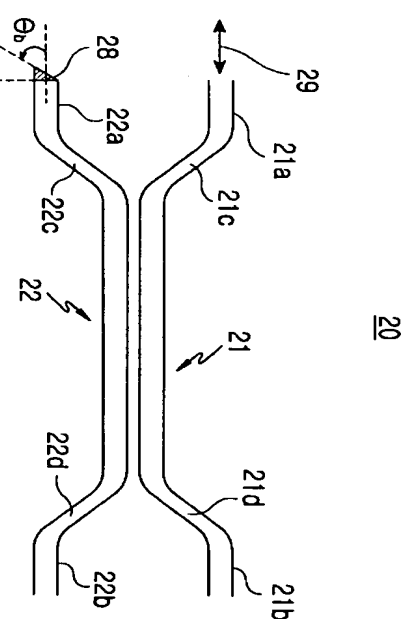
상기 제2 더미 도파로의 단부로부터 연장되는 소정 곡률의 곡선 도파로를 더 구비함을 특징으로 하는 방향성 결합기를 구비하는 광도파로 소자.

【도면】

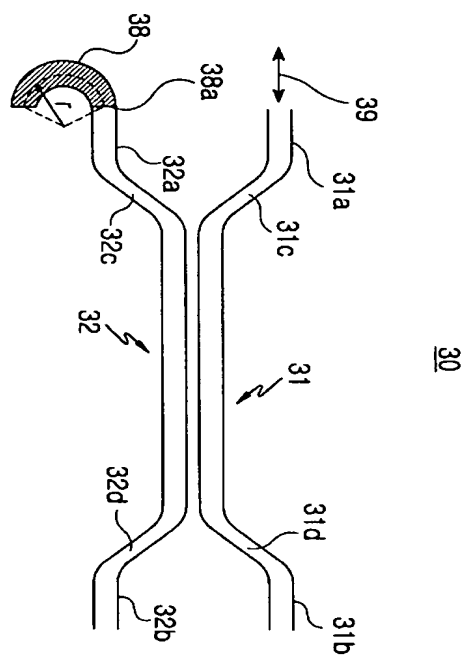
【도 1】



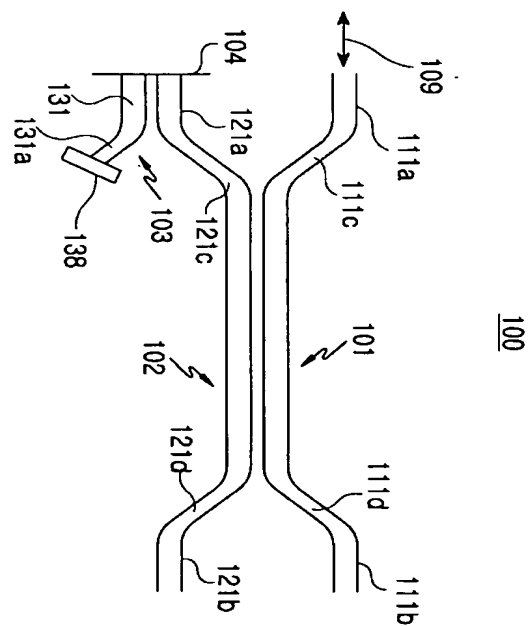
【도 2】



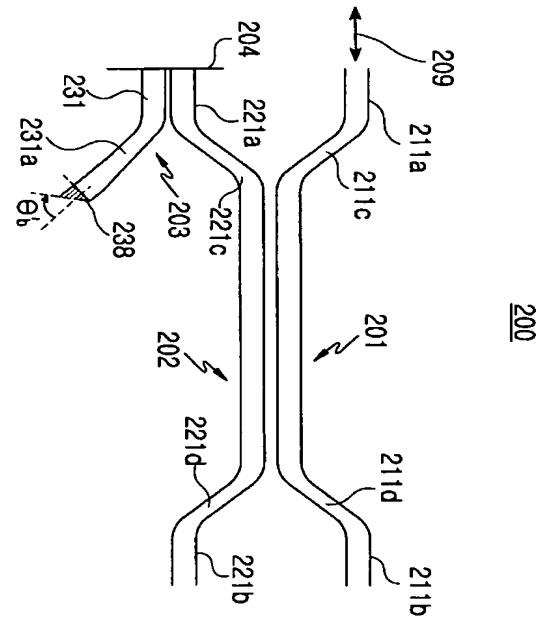
【도 3】



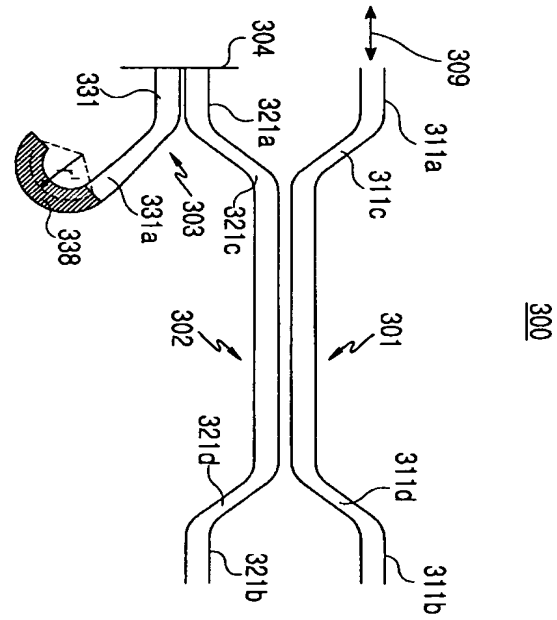
【도 4】



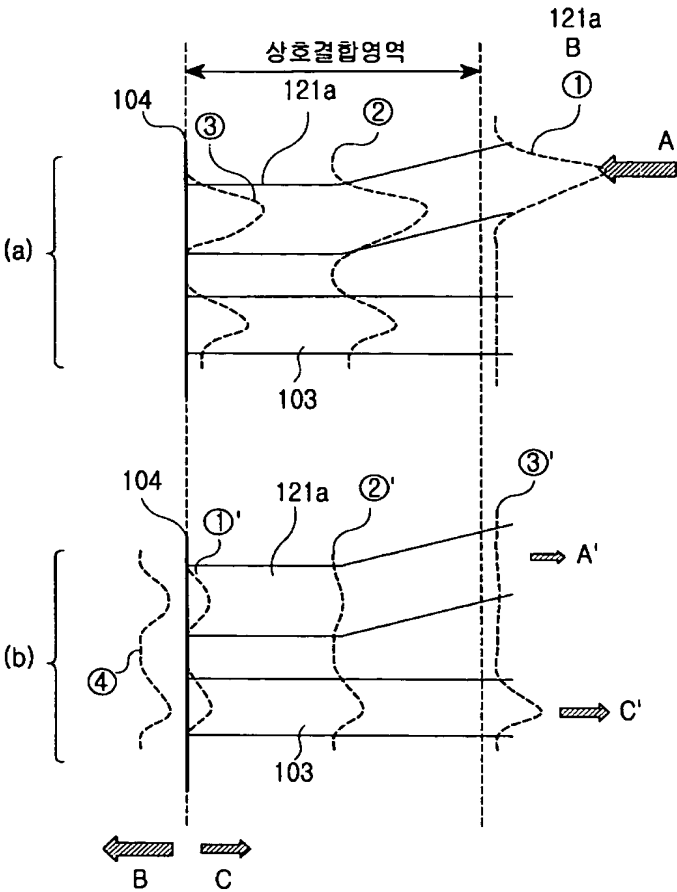
【도 5】



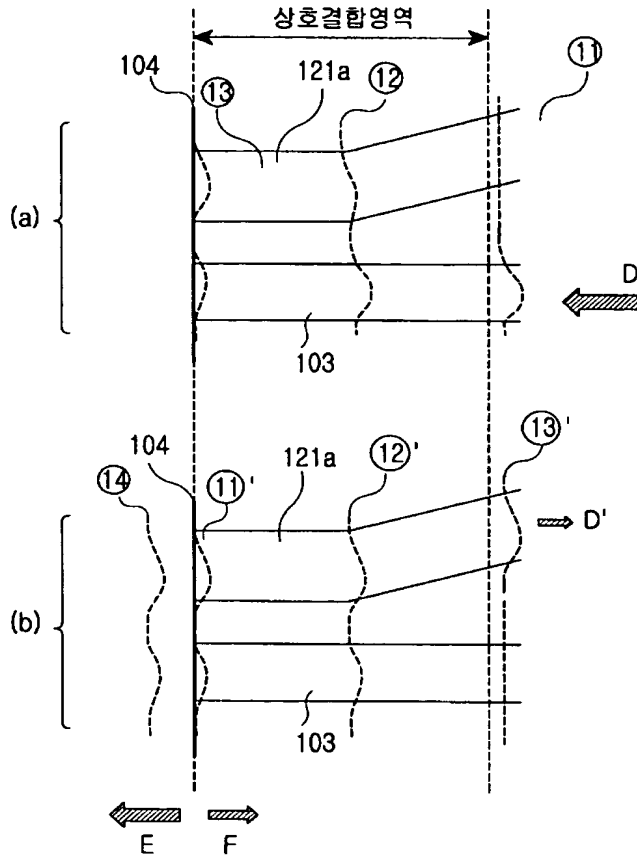
【도 6】



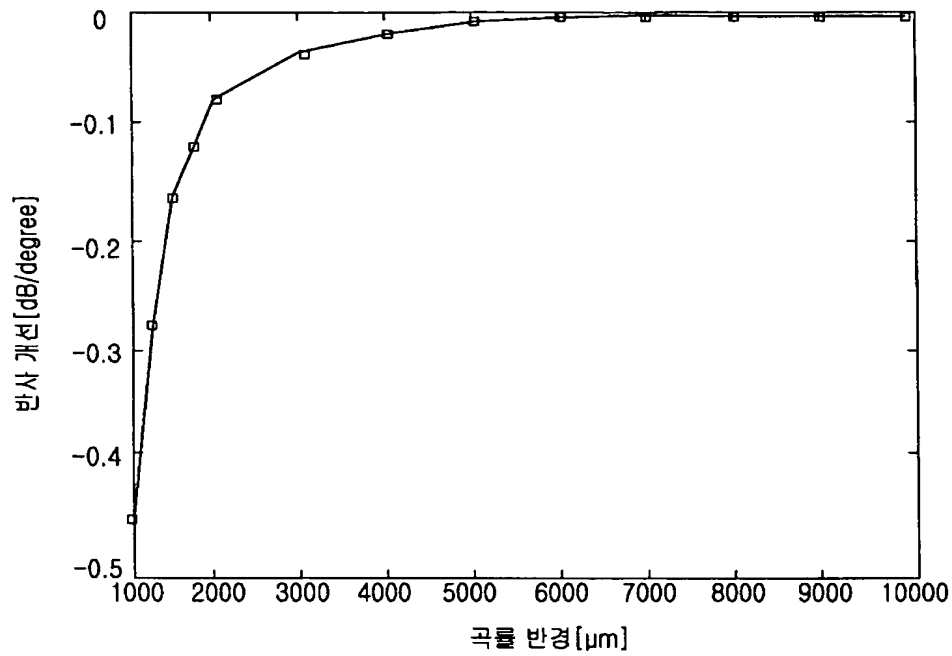
【도 7】



【도 8】



【도 11】

40

【도 12】

50